



# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **04 MARS 2004**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)

THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2

BR1

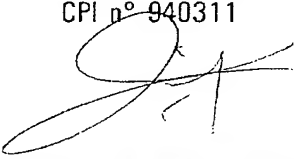

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 210502

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>31 MARS 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS B</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0303982</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>31 MARS 2003</b> PAR L'INPI		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b>  <b>CABINET PLASSERAUD</b>  <b>84, rue d'Amsterdam</b> <b>75440 PARIS CEDEX 09</b>	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <i>(facultatif)</i> <b>BLO/FC-BFF020427</b>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	Date
		N°	Date
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>  <b>PROCEDE DE TRAITEMENT D'UN SIGNAL PAR UN RECEPTEUR RADIO ET RECEPTEUR RADIO POUR LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE</b>			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>		<input checked="" type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b>	
Nom ou dénomination sociale		NORTEL NETWORKS LIMITED	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN		<input type="text"/>	
Code APE-NAF		<input type="text"/>	
Domicile ou siège	Rue	2351 Boulevard Alfred Nobel St.LAURENT, QUEBEC H4S 2A9 CANADA	
	Code postal et ville	<input type="text"/>	
	Pays	CANADA	
Nationalité		Canadienne	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		N° de télécopie <i>(facultatif)</i>	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**
**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**  
 page 2/2

**BR2**

REMISE DES PIÈCES DATE <b>31 MARS 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS B</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0303982</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	DB 540 W / 210502
<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>		<b>BLO/FC-BFF020427</b>	
Nom			
Prénom			
Cabinet ou Société			
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		Cabinet PLASSERAUD	
Adresse	Rue		
	Code postal et ville	84, rue d'Amsterdam	
	Pays		
N° de téléphone (facultatif)		75009 PARIS	
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		<b>Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</b>	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : <b>Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)</b>	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		<b>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</b>	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		<b>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</b> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">  </span>	
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint  La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>	
Bertrand LOISEL CPI n° 940311 			

**PROCEDE DE TRAITEMENT D'UN SIGNAL PAR UN RECEPTEUR RADIO**  
**ET RECEPTEUR RADIO POUR LA MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE**

La présente invention concerne le traitement du signal dans les récepteurs de radiocommunication numérique à étalement de spectre.

5 L'invention trouve application dans le domaine des radiocommunications à accès multiple à répartition par codes (CDMA, "Code-Division Multiple Access") tels que l'UMTS ("Universal Mobile Telecommunication System").

Dans un système CDMA, les symboles transmis, binaires ( $\pm 1$ ) ou  
10 quaternaires ( $\pm 1 \pm j$ ), sont multipliés par des codes d'étalement composés d'échantillons, appelés "chips", dont la cadence (3,84 Mchip/s dans le cas de l'UMTS) est supérieure à celle des symboles transmis. Des codes d'étalement orthogonaux ou quasi-orthogonaux sont alloués à différents canaux logiques partageant la même fréquence porteuse, afin de permettre à chaque récepteur  
15 de détecter la séquence de symboles qui lui est destinée, en multipliant le signal reçu par le conjugué du code d'étalement correspondant éventuellement décalé pour compenser les temps de propagation.

Un avantage du système CDMA est qu'il permet d'exploiter des trajets multiples de propagation radio, en utilisant ce qu'on appelle un récepteur en  
20 râteau ("rake receiver").

Le récepteur en râteau effectue une démodulation cohérente fondée sur une approximation de la réponse impulsionnelle du canal de propagation radio par une série de pics, chaque pic apparaissant avec un retard correspondant au temps de propagation le long d'un trajet particulier et ayant  
25 une amplitude complexe correspondant à l'atténuation et au déphasage du signal le long de ce trajet (réalisation instantanée du fading). En analysant plusieurs trajets de réception, c'est-à-dire en échantillonnant plusieurs fois la sortie d'un filtre adapté au code d'étalement du canal, avec des retards correspondant respectivement à ces trajets, le récepteur en râteau obtient des  
30 estimations multiples des symboles transmis, qui sont combinées pour obtenir un gain en diversité. La combinaison peut notamment être effectuée selon la méthode dite MRC ("Maximum Ratio Combining"), qui pondère les différentes

estimations en fonction des amplitudes complexes observées pour les différents trajets.

Afin de permettre cette démodulation cohérente, un canal pilote peut être prévu pour l'estimation de la réponse impulsionnelle sous forme d'une succession de pics. La réponse impulsionnelle est estimée au moyen d'un filtre adapté à un code d'étalement pilote avec lequel l'émetteur module une séquence de symboles connus, par exemple des symboles à 1. Les positions des maxima de la sortie de ce filtre adapté donnent les retards utilisés dans les doigts du récepteur en râteau, et les amplitudes complexes associées correspondent aux valeurs de ces maxima.

Le récepteur en râteau comprend un ensemble de doigts permettant de traiter une même séquence de symboles d'information reçue suivant des trajets de propagation différents depuis l'émetteur. Ces trajets sont le plus souvent définis comme des retards par rapport à une référence de temps.

Dans une représentation du signal CDMA reçu, exploitée dans un récepteur en râteau classique, ce signal  $x(t)$  s'écrit:

$$x(t) = \sum_k \sum_i \sum_n A_i^k(t) \cdot b_{E[n/Q_k]}^k \cdot c_n^k p(t - nT - \tau_i^k) + \varepsilon(t) \quad (1)$$

où  $E[.]$  désigne l'opérateur partie entière,  $k$  est un index des canaux CDMA superposés sur la porteuse considérée,  $i$  est un index des trajets de propagation existant entre le ou les émetteurs et le récepteur,  $n$  est un index des chips,  $p(.)$  désigne la fonction de mise en forme de la modulation (« pulse »), le vecteur  $(b_{E[n/Q_k]}^k)$  est la suite de symboles mise en forme par l'émetteur sur le canal  $k$ ,  $Q_k$  est le facteur d'étalement du  $k$ -ième utilisateur, le vecteur  $(c_n^k)$  est le code d'étalement du canal  $k$ ,  $\tau_i^k$  est le retard de propagation pour le trajet  $i$  et l'émetteur  $k$ ,  $A_i^k(t)$  est l'amplitude complexe le long du trajet  $i$  pour l'utilisateur  $k$  à l'instant  $t$ , et  $\varepsilon(t)$  est un bruit additif.

Le nombre de doigts d'un récepteur en râteau est généralement limité. A titre d'exemple, une station de base ou un récepteur de terminal mobile

utilisant la technologie d'accès CDMA possède typiquement de 4 à 8 doigts par canal à traiter. Cela se traduit par une limitation du nombre  $F$  de doigts d'un récepteur en réseau par utilisateur, qui est fréquemment inférieur au nombre  $N$  de trajets observés sur le profil de propagation existant entre le ou les émetteurs et le récepteur pour cet utilisateur. Le récepteur est donc amené à sélectionner  $F$  trajets parmi les  $N$  trajets observés, ce qui peut être effectué selon différentes stratégies. Ces stratégies de sélection diffèrent les unes des autres en ce que chacune d'entre elles représente un compromis entre complexité, et par conséquent consommation des ressources matérielles et logicielles dans le récepteur, et performances en terme de probabilité d'erreur moyenne sur les bits après combinaison.

Une utilisation optimale des ressources du récepteur en réseau cherche à sélectionner au mieux les trajets disponibles eu égard au nombre de doigts disponibles pour les traiter. Un but de la présente invention est de proposer un mécanisme qui réalise un bon compromis entre les performances disponibles selon différentes stratégies de sélection des trajets et le coût de calcul engendré par les opérations de traitement du signal dans le récepteur.

L'invention propose ainsi un procédé de traitement de signal pour un récepteur de radiocommunication numérique à étalement de spectre, comprenant les étapes suivantes :

- déterminer un profil de propagation d'un canal de propagation entre des moyens d'émission et le récepteur, incluant au moins un trajet de propagation associé à une énergie de réception ;
- mesurer des données relatives à une répartition énergétique dans le profil de propagation ;
- estimer des symboles d'information portés par un signal reçu en provenance des moyens d'émission sur le canal de propagation, en appliquant audit signal un traitement prenant en compte un nombre maximum prédéterminé de trajets de propagation, lesdits trajets de

propagation pris en compte étant choisis selon un critère sélectionné parmi plusieurs critères,

et dans lequel ledit critère est sélectionné en fonction des données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation.

- 5           Chaque critère de choix des trajets à prendre en compte correspond à une stratégie de sélection, et peut être sélectionné par exemple parmi un ensemble comprenant un premier critère selon lequel le nombre maximum prédéterminé de trajets de propagation les plus énergétiques en moyenne sont pris en compte, et un deuxième critère selon lequel le nombre maximum  
10       prédéterminé de trajets de propagation de plus forte énergie instantanée sont pris en compte.

De préférence, les données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation comprennent une mesure de dispersion énergétique pour les trajets de propagation détectés, mesure qui  
15       pourra être effectuée à partir d'une estimation d'un écart énergétique moyen entre les trajets de propagation détectés.

La sélection du critère en fonction des données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation peut par exemple comprendre une comparaison de la mesure de dispersion énergétique pour les  
20       trajets de propagation détectés à un seuil.

Dans le mode préféré de réalisation de l'invention, ce seuil est obtenu relativement à un choix préalable d'un écart de performances entre deux stratégies de choix des trajets de propagation pris en compte dans ledit traitement selon des critères respectifs, à partir de correspondances entre une  
25       dispersion énergétique dans un profil de propagation et un écart de performances entre deux stratégies de choix des trajets de propagation selon des critères respectifs, les correspondances étant pré-établies dans différentes conditions radio.

Les trajets de propagation peuvent être obtenus classiquement par  
30       l'analyse d'une réponse impulsionnelle du canal de propagation considéré.

Cette dernière permet alors d'obtenir les retards et les amplitudes relatifs à chacun de ces trajets.

L'invention propose d'autre part un récepteur de radiocommunication numérique à étalement de spectre, comprenant des moyens pour déterminer  
5 un profil de propagation d'un canal de propagation entre des moyens d'émission et le récepteur, incluant au moins un trajet de propagation associé à une énergie de réception, des moyens pour mesurer des données relatives à une répartition énergétique dans le profil de propagation, des moyens pour choisir un nombre maximum prédéterminé de trajets de propagation selon un  
10 critère de choix, des moyens pour estimer des symboles d'information portés par un signal reçu en provenance des moyens d'émission sur le canal de propagation, en appliquant audit signal un traitement prenant en compte les trajets choisis. Le récepteur selon l'invention comprend en outre des moyens pour sélectionner un critère de choix parmi plusieurs critères, agencés pour  
15 sélectionner un critère de choix en fonction des données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation.

Les moyens pour déterminer un profil de propagation d'un canal de propagation entre des moyens d'émission et le récepteur peuvent comprendre des moyens pour appliquer au signal reçu un traitement identifiant, sur la base  
20 d'une analyse d'une réponse impulsionnelle du canal de propagation entre les moyens d'émission et le récepteur, un nombre de trajets de propagation détectés et des énergies de réception respectives pour ces trajets.

Le récepteur selon l'invention peut de plus être agencé de manière à ce que les moyens pour mesurer des données relatives à une répartition  
25 énergétique dans le profil de propagation comprennent des moyens pour mesurer une dispersion énergétique pour les trajets de propagation détectés.

Dans ce cas de figure, les moyens pour sélectionner un critère de choix pourront être agencés pour effectuer une comparaison de cette mesure de dispersion énergétique à un seuil.

30 Conformément à ce qui précède, dans le mode préféré de réalisation de l'invention, les moyens pour sélectionner un critère de choix parmi plusieurs

critères sont agencés pour obtenir ledit seuil relativement à un choix préalable d'un écart de performances entre deux stratégies de choix des trajets de propagation.

5 Le récepteur pourra comprendre des moyens pour mémoriser des correspondances entre une dispersion énergétique dans un profil de propagation et un écart de performances entre deux stratégies de choix des trajets de propagation selon des critères respectifs, lesdites correspondances étant pré-établies dans différentes conditions radio. Les moyens pour sélectionner un critère de choix pourront alors être agencés pour obtenir le  
10 seuil sur la base des correspondances mémorisées dans ces moyens de mémoire.

L'invention propose enfin un programme d'ordinateur chargeable dans une mémoire associée à un processeur, et comprenant des instructions pour la mise en œuvre d'un procédé tel que défini ci-dessus lors de l'exécution dudit  
15 programme par le processeur, ainsi qu'un support informatique sur lequel est enregistré ledit programme.

D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description ci-après d'exemples de réalisation non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- 20 - la figure 1 est un schéma synoptique d'un récepteur selon l'invention et  
- la figure 2 est un graphique montrant des exemples d'abaques mémorisées dans le module mémoire de la figure 1.

La figure 1 schématise un récepteur radio 1 apte à mettre en œuvre la présente invention. Ce récepteur peut être celui d'une station de base ou d'un  
25 terminal mobile supportant une technologie CDMA de radiocommunication à étalement de spectre telle que la technologie UMTS.

Le récepteur 1 comprend des moyens de réception, notamment une ou plusieurs antennes 2 pour recevoir un signal transmis par un émetteur ou bien une pluralité d'émetteurs dans le cas où le récepteur est embarqué dans un  
30 terminal mobile en situation de macrodiversité ou "soft handover", c'est-à-dire

d'écoute simultanée de canaux redondants provenant de stations de base différentes. On se place ci-après, dans le cas non restrictif d'un signal transmis par un unique émetteur et reçu sur une unique antenne 2.

Un étage radio 3 se trouve classiquement à l'entrée du récepteur 1, de manière à effectuer un premier traitement du signal reçu. Par exemple, ce traitement peut consister à amplifier le signal analogique reçu, à le convertir en signal numérique et éventuellement à le filtrer.

Dans le cas du système UMTS, une modulation par déplacement de phase (PSK, "Phase-Shift Keying") est utilisée. Le signal comprend deux composantes distinctes, une composante réelle et une composante imaginaire. Le traitement mis en œuvre par l'étage radio 3 reconstitue un signal numérique  $y(t)$ , par exemple à raison d'un échantillon complexe par chip.

Comme décrit plus haut, la réponse impulsionnelle du canal de propagation peut être estimée au moyen d'un filtre 11 adapté à un code d'étalement pilote  $c^p$  avec lequel l'émetteur module une séquence de symboles connue. Une analyse de la sortie de ce filtre adapté est effectuée par un module de sondage 4. Ce dernier fait de façon classique des calculs statistiques sur la sortie du filtre adapté 11 pour déterminer des retards  $(\tau_i)_{0 \leq i \leq N-1}$  associés aux  $N$  trajets ou échos observés, ainsi que les énergies de réception  $(E_i)_{0 \leq i \leq N-1}$  moyennes associées à ces trajets. Il estime également un niveau  $N_0$  du bruit sur le canal. Une évaluation régulière de ces paramètres est effectuée pour avoir une connaissance à jour du profil de propagation sur le canal considéré.

Les trajets les plus énergétiques détectés par le module de sondage 4 correspondent à des trajets principaux dépendant de l'environnement. Le trajet le plus énergétique correspondra par exemple à un trajet direct entre l'émetteur et le récepteur si ceux-ci sont en visibilité directe l'un de l'autre. Les autres échos principaux seront schématiquement ceux qui donnent lieu au plus petit nombre de réflexions et diffractions entre l'émetteur et le récepteur.

L'énergie  $E_i$  associée à un trajet est l'espérance mathématique du

module carré de l'amplitude instantanée  $A_i(t)$  de réception sur le trajet de propagation correspondant.

Le récepteur dispose d'un nombre de « doigts » limité et ne pourra qu'en allouer un certain nombre  $F$  à un utilisateur donné. Comme indiqué  
 5 précédemment, le récepteur est donc amené à effectuer une sélection sur les  $N$  trajets observés sur le profil de l'utilisateur, selon différentes stratégies. On peut par exemple choisir de sélectionner les  $F$  trajets les plus énergétiques en moyenne, ou bien sélectionner les  $F$  trajets de plus forte énergie instantanée, selon la stratégie présentée par N. Kong et al. (« A Selection Combining  
 10 Scheme For Rake Receivers », 1995 Fourth IEEE International Conference on Universal Personal Communications, 6-10 Nov 1995 Page(s): 426 -430).

Il est par ailleurs connu d'évaluer les performances de ces stratégies en calculant la probabilité d'erreur moyenne sur les bits après combinaison. En  
 15 notant  $\bar{x} = (x_0, \dots, x_{N-1})$  le vecteur des échantillons en sortie du filtre adapté, l'opération de sélection peut être écrite selon la relation :  $(i_0, \dots, i_{F-1}) = \text{Sel}(0, \dots, N-1)$  où l'opérateur de sélection est noté  $\text{Sel}$  et  $(i_0, \dots, i_{F-1})$  sont les indices des trajets sélectionnés.

On détermine la probabilité  $P$  d'erreur moyenne sur les bits après  
 20 combinaison MRC des  $F$  trajets sélectionnés selon la relation :

$$P(G) = \int_0^\infty Q(\sqrt{2Gs})p(s)ds \quad (2)$$

$$\text{où } s = \sum_{k=0}^{F-1} |x_{i_k}|^2 \text{ et } Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^\infty e^{-t^2/2} dt \text{ pour } x \geq 0 \quad (3)$$

Un exemple de cette détermination de probabilité d'erreur moyenne sur les bits est fourni ci-après dans l'hypothèse où on choisit de sélectionner les  $F$   
 25 trajets les plus énergétiques en moyenne.

Dans ce cas de figure, on sélectionne les  $F$  trajets ayant les valeurs  $E_i$  les plus élevées. La probabilité d'erreur moyenne sur les bits après

combinaison MRC s'écrit alors (voir John G. Proakis, « Digital Communications », troisième édition, 1995, chapitre 14) :

$$P_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{F-1} \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{F-1} \frac{\bar{\gamma}_i}{\bar{\gamma}_i - \bar{\gamma}_j} \left( 1 - \sqrt{\frac{\bar{\gamma}_i}{1 + \bar{\gamma}_i}} \right) \quad (4)$$

où  $(\gamma_i)_{0 \leq i \leq F-1}$  désigne le rapport signal à bruit moyen mesuré sur les portions  
5 de signal utile reçues sur une antenne en présence d'évanouissements rapides possédant une densité de probabilité de Rayleigh.

Pour les besoins de la modélisation, on adoptera dans la suite un modèle de profil dans lequel l'énergie est répartie exponentiellement sur les pics du profil correspondant aux trajets, de sorte que l'on posera  $E_i = \delta^i$  où le  
10 facteur de dispersion  $\delta$  représente l'écart moyen entre deux trajets ordonnés dans l'ordre des énergies décroissantes.

On a :  $\bar{\gamma}_i = \frac{E_b}{N_o} \times E_i$  ( $G$  désignera, dans toute la suite, le rapport signal à  
bruit normalisé  $\frac{E_b}{N_o}$ ) et, en considérant un modèle de profil ayant une  
distribution exponentielle des énergies sur les trajets :

$$P_1(G, F, \delta) = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{F-1} \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{F-1} \frac{1}{1 - \delta^{j-i}} \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\delta^i G}}} \right) \quad (5)$$

Une étape de normalisation des rapports signal à bruit  $\bar{\gamma}_i$  en tenant compte du fait qu'on sélectionne  $F$  trajets parmi  $N$  disponibles dans le profil conduit à l'expression :

$$P_1(G, N, F, \delta) = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{F-1} \frac{1}{\prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{F-1} (1 - \delta^{i-j})} \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\delta^i G} \frac{1 - \delta^N}{1 - \delta^F}}} \right) \quad (6)$$

Dans une réalisation préférée de l'invention, on associe les performances de différentes stratégies de sélection exprimées en termes de probabilité d'erreur moyenne sur les bits à des paramètres relatifs à la répartition énergétique dans le profil de propagation (dans l'exemple présenté  
 5 les paramètres  $G$ ,  $N$ ,  $F$ ,  $\delta$ ). On est alors à même de comparer les performances de ces stratégies.

Pour chaque relation  $P_i(G, N, F, \delta)$  correspondant à une stratégie de sélection des trajets, on peut effectuer une inversion « manuelle », à partir de valeurs numériques calculées, pour obtenir une relation  $G_i(P, N, F, \delta)$ . Dans  
 10 l'exemple illustré, on obtient ainsi des première et seconde relations  $G_1(P, N, F, \delta)$  et  $G_2(P, N, F, \delta)$  pour les première et deuxième stratégies, respectivement.

Les valeurs numériques du gain apporté par la deuxième stratégie par rapport à la première en présence de  $N$  trajets de propagation dans le profil,  
 15 parmi lesquels  $F \leq N$  sont sélectionnés, pour un profil sur lequel on relève un facteur de dispersion  $\delta$ , et que la probabilité d'erreur moyenne sur les bits après combinaison que l'on veut atteindre vaut  $P$ , sont obtenues en prenant :  
 $G_{2,1}(P, N, F, \delta) = G_2(P, N, F, \delta) - G_1(P, N, F, \delta)$ . On peut ainsi exprimer un gain, ou écart de performances entre les deux stratégies en fonction du facteur de  
 20 dispersion par la relation  $G_{2,1} = G_2^{N,F,P}(\delta) - G_1^{N,F,P}(\delta)$ . On obtient ainsi un ensemble de correspondances entre une dispersion énergétique et un écart de performances entre deux stratégies (ou critères) de choix des  $F$  trajets de propagation, en fonction des paramètres  $P$ ,  $N$  qui caractérisent différentes conditions radio.

25 Comme indiqué précédemment, un autre exemple de stratégie de sélection est décrit par Kong et al., et conduit à l'expression suivante de la densité de probabilité  $p(s)$  dans l'expression (2) :

$$\begin{aligned}
p_{G,N,F,\delta}(s) = & \sum_{i_0=0}^{N-1} \sum_{\substack{i_1=0 \\ i_1 \neq i_0}}^{N-1} \dots \sum_{\substack{i_{F-1}=0 \\ i_{F-1} \neq i_{F-2}, \dots, i_{F-1} \neq i_0}}^{N-1} \dots \\
& \int_{u_1=0}^{G/2} \int_{u_2=0}^3 \dots \int_{u_{F-1}=0}^F \dots \\
& p_{i_0}(s - u_1 - 2u_2 \dots - (F-1)u_{F-1}) p_{i_1}(u_1 + \dots + u_{F-1}) \dots p_{i_{F-1}}(u_{F-1}) \\
& \left( \prod_{\substack{i=0 \\ i \neq i_{F-1}, \dots, i \neq i_0}}^{N-1} \int_0^{u_{F-1}} p_i(z) dz \right) du_1 \dots du_{F-1}
\end{aligned} \tag{7}$$

avec

$$p_i(x) = \frac{1}{\delta^i} \frac{1 - \delta^N}{1 - \delta} \exp\left(-\frac{x}{\delta^i} \frac{1 - \delta^N}{1 - \delta}\right) \tag{8}$$

On a alors, conformément à la relation (2) :

$$P(G,N,F,\delta) = \int_0^\infty Q(\sqrt{2Gs}) p_{G,N,F,\delta}(s) ds \tag{9}$$

On obtient alors  $G(P,N,F,\delta)$ , par exemple de la manière décrite ci-dessus, pour ensuite calculer les valeurs de gain  $G_{2,1}$ .

La figure 2 fournit un exemple de faisceau d'abaques représentatives de l'évolution du gain  $G_{2,1}$  entre les deux stratégies (sélection des trajets les plus énergétiques en moyenne et sélection des trajets de plus forte énergie instantanée) en fonction du critère de dispersion du profil  $\delta$  pour des valeurs des paramètres  $F = 4$ ,  $P = 10\%$  et  $N$  prenant des valeurs entières entre 4 et 8. Les valeurs correspondant à ces abaques sont stockées, par exemple sous forme de tables, dans une mémoire 14.

Ce module mémoire coopère avec le module 4 qui lui communique la valeur du paramètre  $N$  (nombre de trajets observés sur le profil) ainsi qu'avec le module 9 qui lui communique les valeurs des paramètres  $P$  (niveau souhaité de qualité, exprimé par un niveau de probabilité d'erreur) et  $F$  (nombre de doigts disponibles) pour chaque utilisateur.

Le module 4 fournit d'autre part à un module de mesure de dispersion 12 les énergies  $E_i$  sur les trajets de réception sélectionnés, estimés d'après le canal pilote de code  $c^P$  et/ou d'après des symboles pilotes connus insérés dans le signal transmis, ainsi que le nombre  $N$  de trajets observés sur le profil.



Dans le mode préféré de réalisation de l'invention, le module 12 estime le paramètre de dispersion  $\delta$ , par exemple au sens des moindres carrés, ce qui nécessite de chercher les racines d'un polynôme en  $\delta$  :

$$\hat{\delta} = \underset{\delta}{\operatorname{Argmin}} \sum_{i=0}^{N-1} \left( \frac{E_i}{E_0} - \delta^i \right)^2 \quad (10)$$

5 De manière plus simple, l'estimation  $\hat{\delta}$  peut être obtenue en calculant la moyenne arithmétique des rapports entre énergies de trajets consécutifs selon la relation :

$$\hat{\delta} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} \frac{E_{i-1}}{E_i} \quad (11)$$

10 Cette estimation est fournie à un module 8 qui détermine un critère de sélection de l'une ou l'autre stratégie de sélection des trajets. Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le module 8 effectue une comparaison de l'estimation  $\hat{\delta}$  à un seuil fourni par le module 14. Ce seuil reflète un compromis entre les performances offertes par l'une ou l'autre des deux stratégies (mesurées par le gain  $G_{2,1}$ ) et la complexité des traitements engendrés par  
15 chacune des stratégies. Dans l'exemple illustré, la deuxième stratégie fournit de meilleures performances, mais au prix d'une plus grande complexité. Chaque abaque de la figure 2 illustre une correspondance entre le gain  $G_{2,1}$  et le facteur de dispersion. Les courbes sont croissantes, ce qui s'interprète en considérant qu'à mesure que la dispersion diminue, le gain entre les deux  
20 stratégies diminue aussi. De ce fait, utiliser une stratégie plus complexe pour une forte dispersion n'apporte que peu de gain par rapport à l'utilisation d'un stratégie certes légèrement moins performante, mais aussi beaucoup moins coûteuse en ressources logicielles et matérielles. A une valeur de gain  $\overline{G}_{2,1}$  choisie correspond ainsi une valeur seuil de dispersion  $\delta_{\text{seuil}}$ , dans des  
25 conditions N, F et P données. Cette valeur de gain  $\overline{G}_{2,1}$  pourra par exemple être transmise par le module de contrôle 9 à la mémoire 14 pour y être consignée.

Dans l'exemple illustré, le critère appliqué par le module 8 consiste en ce que l'estimation  $\hat{\delta}$  est supérieure ou égale au seuil  $\delta_{\text{seuil}}$ . Si tel est le cas, on  
30 privilégiera la deuxième stratégie, nécessitant la mise en œuvre de traitements

plus complexes mais qui sont alors justifiés eu égard à l'amélioration des performances qui en résulte.

- Le module 8 fournit les données du choix à effectuer entre les deux stratégies au module de contrôle 9 qui, en retour, applique le choix effectué en
- 5 sélectionnant le module 5 de mise en œuvre de la stratégie de sélection des trajets correspondante.



## REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement de signal pour un récepteur (1) de radiocommunication numérique à étalement de spectre, comprenant les étapes suivantes :

- 5        - déterminer un profil de propagation d'un canal de propagation entre des moyens d'émission et le récepteur, incluant au moins un trajet de propagation associé à une énergie de réception ;
- mesurer des données relatives à une répartition énergétique dans le profil de propagation ;
- 10       - estimer des symboles d'information portés par un signal reçu en provenance des moyens d'émission sur le canal de propagation, en appliquant audit signal un traitement prenant en compte un nombre maximum prédéterminé de trajets de propagation, lesdits trajets de propagation pris en compte étant choisis selon un critère sélectionné
- 15       parmi plusieurs critères,

dans lequel ledit critère est sélectionné en fonction des données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de détermination d'un profil de propagation d'un canal de propagation entre des
- 20       moyens d'émission et le récepteur comprend un traitement appliqué au signal reçu  $y(t)$  identifiant, sur la base d'une analyse d'une réponse impulsionnelle du canal de propagation entre les moyens d'émission et le récepteur, un nombre de trajets de propagation détectés et des énergies de réception respectives pour ces trajets.

- 25       3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel lesdits trajets de propagation pris en compte sont choisis selon un critère sélectionné parmi un ensemble comprenant un premier critère selon lequel le nombre maximum

prédéterminé de trajets de propagation les plus énergétiques en moyenne sont pris en compte, et un deuxième critère selon lequel le nombre maximum prédéterminé de trajets de propagation de plus forte énergie instantanée sont pris en compte.

- 5     4.            Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation comprennent une mesure de dispersion énergétique pour les trajets de propagation détectés.
- 10    5.            Procédé selon la revendication 4, dans lequel la sélection dudit critère en fonction des données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation comprend une comparaison de ladite mesure de dispersion énergétique pour les trajets de propagation détectés à un seuil.
- 15    6.            Procédé selon la revendication 5 dans lequel ledit seuil est obtenu relativement à un choix préalable d'un écart de performances entre deux stratégies de choix des trajets de propagation pris en compte dans ledit traitement selon des critères respectifs.
- 20    7.            Procédé selon la revendication 6, dans lequel l'obtention du seuil est faite sur la base de correspondances entre une dispersion énergétique dans un profil de propagation et un écart de performances entre deux stratégies de choix des trajets de propagation selon des critères respectifs, les correspondances étant pré-établies dans différentes conditions radio.
- 25    8.            Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, dans lequel la mesure de dispersion énergétique pour les trajets de propagation détectés comprend une estimation d'un écart énergétique moyen entre les trajets de propagation détectés.
9.            Procédé selon la revendication 8, dans lequel l'écart énergétique moyen entre les trajets de propagation détectés est estimé au sens des moindres carrés.



10. Procédé selon la revendication 8, dans lequel l'écart énergétique moyen entre les trajets de propagation détectés est estimé selon une moyenne arithmétique de rapports entre les énergies de trajets consécutifs parmi les trajets de propagation détectés.

5 11. Récepteur (1) de radiocommunication numérique à étalement de spectre, comprenant des moyens (2,3,4,11) pour déterminer un profil de propagation d'un canal de propagation entre des moyens d'émission et le récepteur, incluant au moins un trajet de propagation associé à une énergie de réception, des moyens (4,12) pour mesurer des données relatives à une  
10 répartition énergétique dans le profil de propagation, des moyens (5) pour choisir un nombre (F) maximum prédéterminé de trajets de propagation selon un critère de choix, des moyens pour estimer des symboles d'information portés par un signal reçu en provenance des moyens d'émission sur le canal de propagation, en appliquant audit signal un traitement prenant en compte les  
15 trajets choisis, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (8,9,14) pour sélectionner un critère de choix parmi plusieurs critères, agencés pour sélectionner un critère de choix en fonction des données mesurées par les moyens (4,12) relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation.

20 12. Récepteur selon la revendication 11, dans lequel les moyens (2,3,4,11) pour déterminer un profil de propagation d'un canal de propagation entre des moyens d'émission et le récepteur comprennent des moyens (4) pour appliquer au signal reçu ( $y(t)$ ) un traitement identifiant, sur la base d'une analyse d'une réponse impulsionnelle du canal de propagation entre les  
25 moyens d'émission et le récepteur, un nombre de trajets de propagation détectés et des énergies de réception respectives pour ces trajets.

13. Récepteur selon la revendication 11 ou 12, dans lequel les moyens (8, 9, 14) pour sélectionner un critère de choix parmi plusieurs critères en fonction des données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le  
30 profil de propagation sont agencés pour sélectionner un critère de choix parmi

un ensemble comprenant un premier critère selon lequel le nombre (F) maximum prédéterminé de trajets de propagation les plus énergétiques en moyenne sont pris en compte, et un deuxième critère selon lequel le nombre (F) maximum prédéterminé de trajets de propagation de plus forte énergie instantanée sont pris en compte.

14. Récepteur l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel les moyens (4, 12) pour mesurer des données relatives à une répartition énergétique dans le profil de propagation comprennent des moyens (12) pour mesurer une dispersion énergétique pour les trajets de propagation détectés.

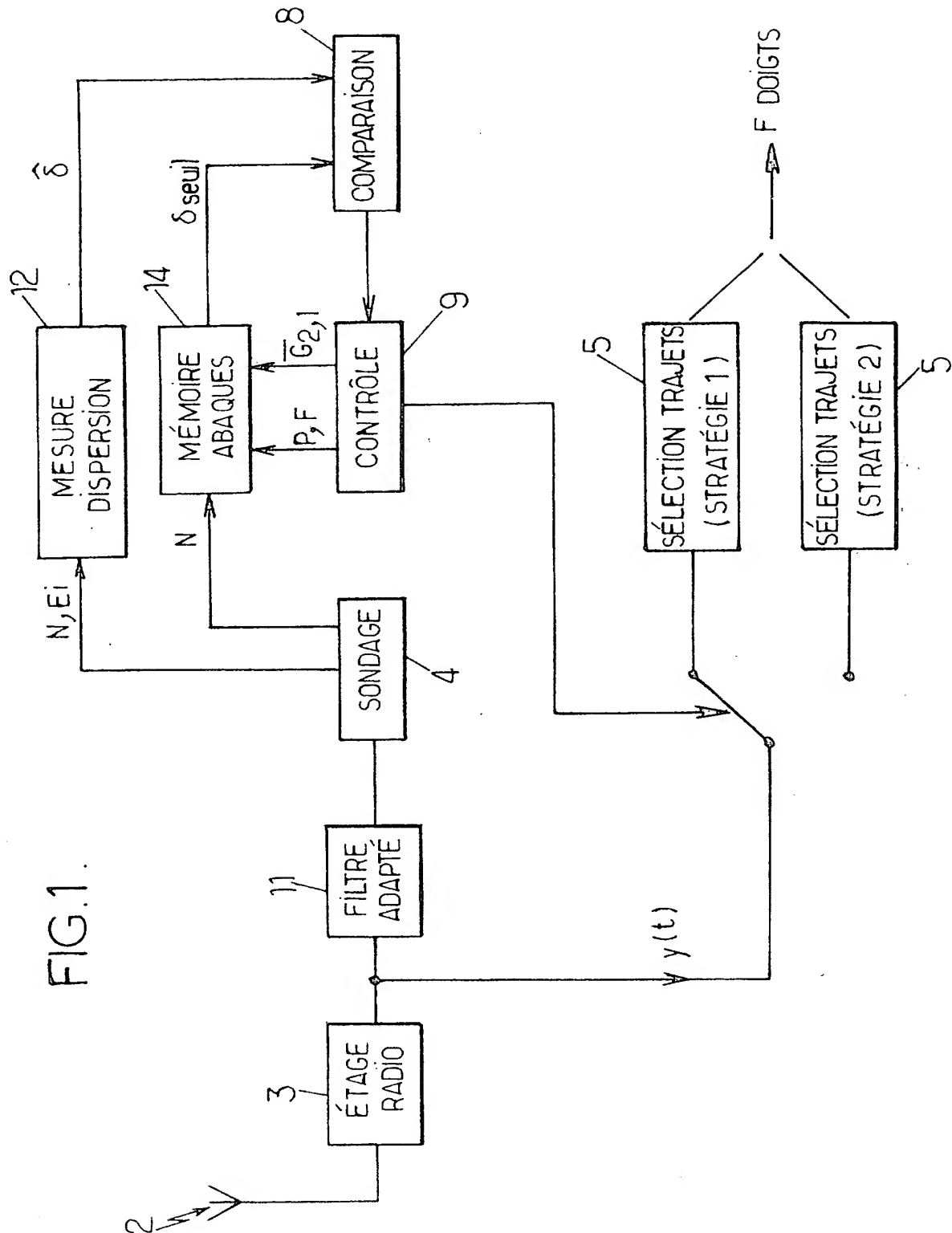
15. Récepteur selon la revendication 14, dans lequel les moyens (8, 9, 14) pour sélectionner un critère de choix parmi plusieurs critères en fonction des données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation sont agencés pour effectuer une sélection qui comprend une comparaison de ladite mesure de dispersion énergétique pour les trajets de propagation détectés à un seuil.

16. Récepteur selon la revendication 15, dans lequel les moyens (8, 9, 14) pour sélectionner un critère de choix parmi plusieurs critères en fonction des données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation sont agencés pour obtenir ledit seuil relativement à un choix préalable d'un écart de performances entre deux stratégies de choix des trajets de propagation.

17. Récepteur selon la revendication 16, dans lequel les moyens (8, 9, 14) pour sélectionner un critère de choix parmi plusieurs critères en fonction des données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation comprennent des moyens (14) pour mémoriser des correspondances entre une dispersion énergétique dans un profil de propagation et un écart de performances entre deux stratégies de choix des trajets de propagation selon des critères respectifs, lesdites correspondances étant pré-établies dans différentes conditions radio.



18. Récepteur selon la revendication 17, dans lequel les moyens (8, 9, 14) pour sélectionner un critère de choix parmi plusieurs critères en fonction des données mesurées relatives à la répartition énergétique dans le profil de propagation sont agencés pour obtenir le seuil sur la base des correspondances mémorisées dans les moyens (14) pour mémoriser des correspondances entre une dispersion énergétique dans un profil de propagation et un écart de performances entre deux stratégies de choix des trajets de propagation selon des critères respectifs.
19. Récepteur selon l'une quelconque des revendications 14 à 18, dans lequel les moyens (12) pour mesurer une dispersion énergétique pour les trajets de propagation détectés sont agencés pour estimer un écart énergétique moyen entre les trajets de propagation détectés.
20. Récepteur selon la revendication 19, dans lequel les moyens (12) pour mesurer une dispersion énergétique pour les trajets de propagation détectés sont agencés pour estimer un écart énergétique moyen entre les trajets de propagation détectés au sens des moindres carrés.
21. Récepteur selon la revendication 19, dans lequel les moyens (12) pour mesurer une dispersion énergétique pour les trajets de propagation détectés sont agencés pour estimer un écart énergétique moyen entre les trajets de propagation détectés selon une moyenne arithmétique de rapports entre les énergies de trajets consécutifs parmi les trajets de propagation détectés.
22. Programme d'ordinateur, chargeable dans une mémoire associée à un processeur, et comprenant des instructions pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 lors de l'exécution dudit programme par le processeur.
23. Support informatique sur lequel est enregistré un programme selon la revendication 22.



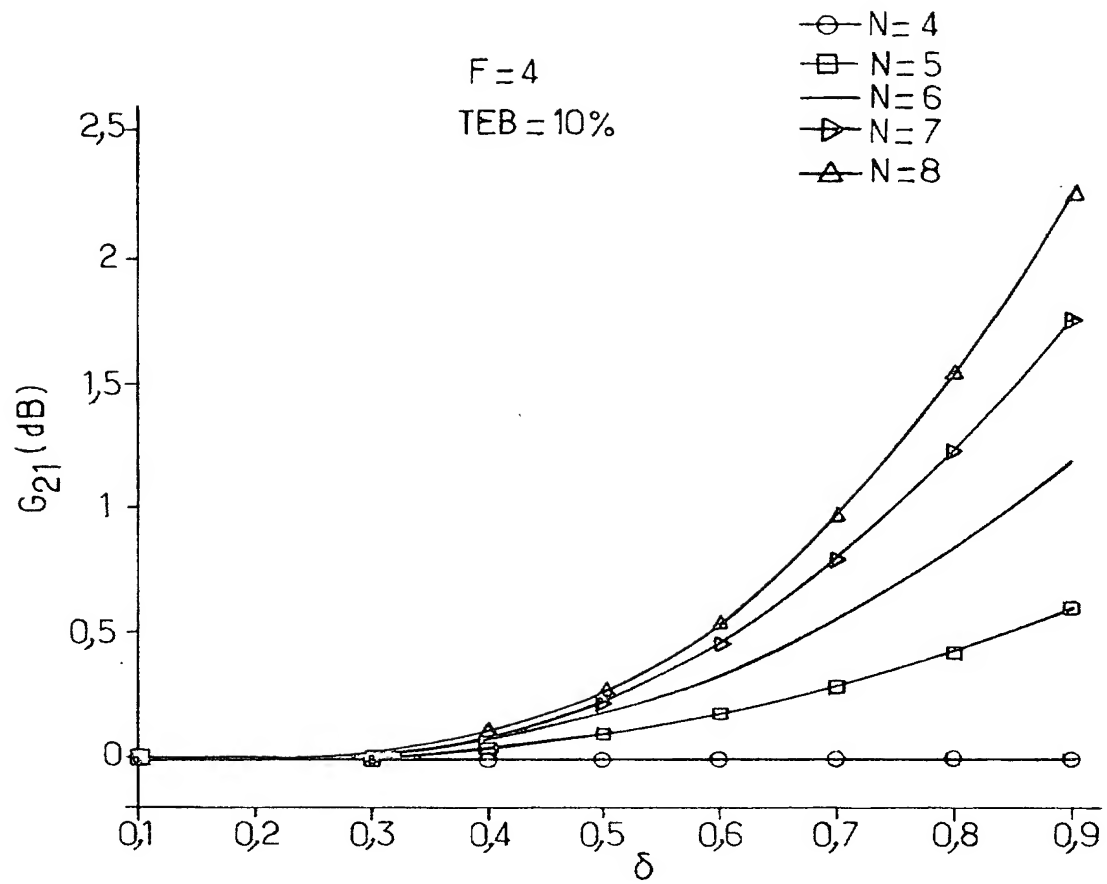


FIG.2.

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1/2

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>			
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		BLO/FC-BFF020427 03039821	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)			
<p>PROCEDE DE TRAITEMENT D'UN SIGNAL PAR UN RECEPTEUR RADIO ET RECEPTEUR RADIO POUR LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE</p>			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>			
<p>NORTEL NETWORKS LIMITED</p>			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>			
<b>1</b> Nom			
Prénoms		JARD Alexandre	
Adresse	Rue	121 rue Gambetta 92150 SURESNES FRANCE	
	Code postal et ville	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>2</b> Nom			
Prénoms		ABDI Moussa	
Adresse	Rue	106 rue Balard 75015 PARIS FRANCE	
	Code postal et ville	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>3</b> Nom			
Prénoms		EL NAHAS EL HOMSI Hassan	
Adresse	Rue	83 rue Desnouettes 75015 PARIS FRANCE	
	Code postal et ville	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
Société d'appartenance (facultatif)			
<p>S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.</p>			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b>		Le 31 mars 2003	
<b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b>			
<b>OU DU MANDATAIRE</b>		<b>CABINET PLASSERAUD</b>	
<b>(Nom et qualité du signataire)</b>		Bertrand LOISEL	
		CPI n° 940311	



# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ



Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2.1.2

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)			
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		BLO/FC-BFF020427 0303982	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
<p>PROCEDE DE TRAITEMENT D'UN SIGNAL PAR UN RECEPTEUR RADIO ET RECEPTEUR RADIO POUR LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE</p>			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
NORTEL NETWORKS LIMITED			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :			
1 Nom			
Prénoms		CORBEL Jean-Marc	
Adresse	Rue	14 rue Nélaton 75015 PARIS FRANCE	
	Code postal et ville	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
Société d'appartenance (facultatif)			
2 Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
Société d'appartenance (facultatif)			
3 Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
Société d'appartenance (facultatif)			
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.			
DATE ET SIGNATURE(S)		Le 31 mars 2003	
DU (DES) DEMANDEUR(S)			
OU DU MANDATAIRE			
(Nom et qualité du signataire)		CABINET PLASSERAUD	
		Bertrand LOISEL	
		CPI n° 940311	